

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-84907

(43) 公開日 平成5年(1993)4月6日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/045				
2/055				
H 0 1 L 41/09		9012-2C	B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
		9274-4M	H 0 1 L 41/08	S
審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平3-247307

(22) 出願日 平成3年(1991)9月26日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 曾根原 秀明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

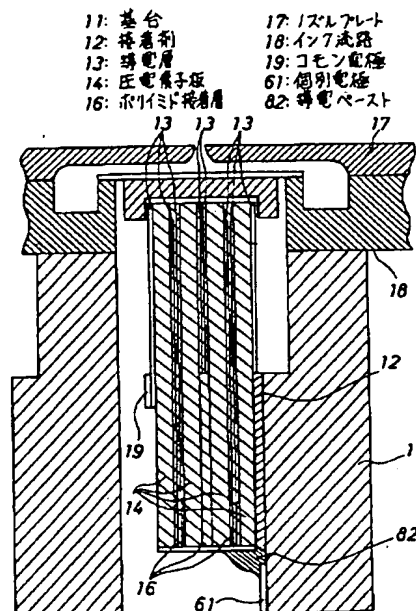
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式印字ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 インクジェットヘッドに搭載する圧電素子を、所望の導電層を形成した板状の圧電素子をポリイミド系の接着剤で層状に貼り合わせ、かつ、その接着層厚み $t$ を $2\mu\text{m}$ 以下に管理した積層型PZTにすることで、マイグレーションの発生しにくい信頼性の高い、高温駆動安定性に優れた、小型化ヘッドを実現する。

【構成】 予め焼結した圧電素子板14に導電層13を所望の形状で形成し、それぞれ層状に厚み $2\mu\text{m}$ 以下のポリイミド接着剤16で貼り合わせた積層型PZT15を基台11に固定する。その後、ノズルプレート17に形成されたインク吐出口に対応するように積層型PZT15の切削加工を行っている事の特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に対向させて圧電素子が配置され、圧電素子への駆動信号によりインクがノズル開口から外部に放出されるようにしたインクジェット式印字ヘッドにおいて、前記圧電素子は導電層が形成された圧電材料を、絶縁材料で複数枚、層状に接着した積層型圧電素子であり、前記絶縁材料がポリイミド樹脂であることを特徴とするインクジェット式印字ヘッド。

【請求項2】 ポリイミド樹脂の厚み $t$ が $t \leq 2 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式印字ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェットプリンターに用いる印字ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のインクジェット式印字ヘッドは、日本特許公報、特公昭60-8953号公報に示されたように、インクタンクを構成する容器の壁面に複数のノズル開口を形成すると共に、各ノズル開口と対向するように伸縮方向を一致させて圧電素子を配設して構成されている。この印字ヘッドは、駆動信号を圧電素子に印加して圧電素子を伸縮させ、この時に発生するインクの動圧によりインク滴をノズル開口から吐出させて印刷用紙にドットを形成するものである。

【0003】 このような形式の印字ヘッドに於いては、液滴の形成効率や飛翔力が大きいことが望ましい。しかしながら、圧電素子の単位長さ、及び単位電圧当りの伸縮率は極めて小さいため、印字に要求される飛翔力を得るには高い電圧を印加することが必要となり、駆動回路や電気絶縁対策が複雑化するという問題がある。

【0004】 このような問題を解決するため、日本特許公報特開昭63-295269号公報に示されているように、電極と圧電材料とを交互にサンドイッチ状に積層し同時焼結したインクジェット印字ヘッド用の圧電素子が提案されている。この圧電素子によれば電極間距離を可及的に小さくすることが出来るため、駆動信号の電圧を下げる事が出来るという効果がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような圧電素子内部の導電材料の多くは $\text{Ag/Pd}$ を使用している為、導電材料を露出させると沿面部で $\text{Ag}$ マイグレーションが発生し信頼性を低下させる要因となっていた。この問題を回避するためには、導電材料に $\text{Ag}$ を使用しない事が最も有効な手段であるが、従来は以下の理由により選択できる導電材料の種類が $\text{Ag/Pd}$ に限定されていた。

【0006】 1. 圧電材料と導電材料を同時に焼成する厚膜同時焼結法では圧電材料が酸化炉で焼結される為、導電材料も酸化されてしまう。

【0007】 2. 圧電材料の焼結温度が導電材料の融点より高いと、導電材料が圧電材料中に拡散し、絶縁抵抗の劣化、圧電素子の変形につながる。

【0008】 以上により、導電材料は酸化しにくく、融点が高い $\text{Ag/Pd}$ に限定されていた。

【0009】 又、従来から使用されているスタック型のアクチュエーターは小型化するのが困難であった。

【0010】 本発明の目的は、低価格で信頼性が高く、容易に小型化することができる圧電素子を用いたインクジェット式印字ヘッドを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために本発明に於いては、予め焼結した圧電素子の単板に導電層を所望の形状で形成し、それぞれ層状にポリイミド接着剤で貼り合わせた構造にした。更には、前記ポリイミド接着剤の1層の厚み $t$ を $t \leq 2 \mu\text{m}$ にした。

【0012】

【実施例】 図1に本発明に於けるインクジェット式印字ヘッドの1例を示す。図1に於て、11は基台、12は接着剤、13は導電層、14は圧電素子板、15は積層型圧電素子、16はポリイミド接着層、17はノズルを形成した板材（以下、ノズルプレートと称す。）、18はインク流路である。

【0013】 本ヘッドは以下の工程で製造される。

【0014】 まず、ドクターブレード法、押し出し法等により製造されたチタン酸ジルコン酸鉛系複合ペロブスカイトセラミック等のグリーンシートを焼結し圧電素子板14を形成する。次に、図2に示す様に圧電素子板14の両面に所望の形状で、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Au}$ 等の導電層13を形成する。ここでの、導電層13の形成方法としては、スパッタ、蒸着等の薄膜手法、印刷等の厚膜手法が考えられるが、圧電材料は脆く、割れ易いのでハンドリングの比較的容易な薄膜手法で形成するのが望ましい。次に、図3に示す様に、導電層13を形成した圧電素子板14に接着剤31を転写法、印刷法等で塗布する。その後、接着剤31を介して電界がかかるのを防止する為に、導電層13の同じ極性の面が向かい合うように圧電素子板14を貼合わせ、加圧しながら高温雰囲気、又、必要に応じて減圧環境下で、放置し、接着材を硬化させ図4に示す積層形状を得る。ここでの接着剤には、以下の特性を有するものを使用するのが望ましい。

【0015】 1. 硬化後のヤング率が大きいこと。

【0016】 貼合わせタイプの積層PZTの場合、効果的に変位量を得ようとすると接着剤はヤング率が小さく、PZTの動きを抑制しない物がよい。しかし、その様な接着剤で積層したPZTは接着層が柔らかい為、後工程で機械加工する際にPZTのチップングやマイクロクラック発生の原因になってしまう。

【0017】 2. 低粘度であること

上記の様なヤング率の大きい接着剤で変位量を効果的に得るには、接着剤は出来るだけ薄く塗布するのがよい。そのためには、接着剤は低粘度であることが必要である。

【0018】3. 無溶剤タイプであること

溶剤を含んだ接着剤は硬化時に気泡を発生し、接着層内部にポーラスを形成する為、後工程での機械加工時にその部分を加工するとチッピング発生の原因になる。

【0019】4. 耐熱温度が高いこと

積層PZTを高速駆動させる事による発熱、或は、ホットメルトインクを使用したインクジェットプリントヘッドを想定すると接着剤の耐熱温度は約200℃必要となる。

【0020】上記の工程の後、固定砥粒の外周刃による切削加工方式、或は、ワイヤーソー、バンドソー等の遊離砥粒による切削加工方式により所望の形状、大きさにカットし図5に示す様に端部51に1層おきに交互に導電層13を露出させる。その後、導電層13を外部に引き出すために両端部51に導電膜52を前記剥離手法、厚膜手法を用いて形成し圧電素子15を得る。上記のようにして製造した圧電素子15を図6に示すように、個別電極61を形成した基台11上に、図7に示すように接着剤71を用いて固定する。このようにして固定した圧電素子15は、図8に示すように個別電極ピッチと同ピッチで細かく前記固定砥粒の外周刃や、遊離砥粒による切削加工方法により切込みをいれる。この後、個別電極61と切込みの入った圧電素子列81とを接続する。\*

表1：接着剤仕様

接着剤種類	ヤング率 $N/mm^2$	粘度 cps	溶剤の有無	耐熱温度 $^{\circ}C$
ポリイミド系	$1 \times 10^{11}$	500	無	400
シリコン系	$1 \times 10^7$	1000	無	250

【0026】・導電層仕様

1層目導電層104材料 Crスパッタ 厚み $t=1$

00(A)

2層目導電層105材料 Niスパッタ 厚み $t=20$

00(A)

・評価結果

評価結果を表2に示す。

【0027】

【表2】

\*ここでの接着剤は、導電膜52と基台11上に形成された個別電極61とを電気的に接続する必要があるため、半田や導電性接着剤等の導電ペースト82を使用するのが最適である。

【0021】次に、図9に示すようにコモン電極19を接続し、更に、信頼性向上のためインクが流れ込むのを防止するよう耐湿性材料等で圧電素子周囲を保護する。ここで、耐湿性材料に気泡が入るのを除去するため真空脱泡等の処理を行なうのが望ましい。次に、インク流路、ノズルプレートを形成し、その結果、図1に示したヘッド構造を得る。

【0022】次に、前記条件を満たす接着剤としてポリイミド系接着剤を使用した積層型PZTと、比較の為にシリコン系接着剤を使用した積層型PZTとを試作したので下記にその結果を示す。

【0023】図10に本試作の積層型PZT101の形状を示した。

【0024】・試作評価結果

試作仕様

・厚電素子板102仕様 厚み  $t=30$  ( $\mu m$ )

圧電定数  $d_{31}=300 \times 10^{-12}$  (m/V)

駆動部長さ103  $la=3.7$  (mm)

・接着剤仕様 使用した2種類の接着剤の仕様を表1に示す。

【0025】

【表1】

表2: 試作評価結果

接着剤種類	試作サンプル仕様	特 性	製 造
	接着層厚み $\mu\text{m}$	変位 $\mu\text{m}$	加工性
ポリイミド系	1 ~ 2	1.0	○
	3 ~ 6	0.8	○
シリコン系	1 ~ 2	1.1	×
	3 ~ 8	1.1	× チッピング、 マイクロクラック発生

【0028】PZTの変位量 $\delta$ は、以下の式の様に、電圧V、駆動部長さ $l$ 、圧電定数 $d_{31}$ に比例し、厚み $t$ に反比例する。

$$\delta = d_{31} \cdot l \cdot a \cdot V / t$$

ここで、今試作PZTの仕様を上記式に代入し、電圧30V印加時の変位量を算出すると、 $\delta = 300 \times 10^{-12} \cdot 3.7 \times 10^{-3} \cdot 30 / (30 \times 10^{-6})$

$$= 1.11 \times 10^{-6} \text{ (m)}$$

となる。

【0030】ここで、表2の評価結果によれば、ポリイミド系接着剤厚みを3~6 $\mu\text{m}$ 塗布したサンプルの変位量が0.8 $\mu\text{m}$ と計算値より小さいものとなった。これは、ヤング率の大きいポリイミド接着剤を厚く塗布したため変位が抑制されたためである。又、ヤング率の小さいシリコン系接着剤では、接着層を3~8 $\mu\text{m}$ と厚くしてもほぼ計算値通りの変位量を得ることが出来た。ここで、図11(a)、(b)に接着剤のヤング率と接着剤厚みが変位に及ぼす影響をそれぞれ例示した。図11に於て、縦軸は接着剤を塗布しなかった時を1とし、横軸の接着層厚みを変化させて行った時の変位比率を示した物である。例えば、ヤング率 $1 \times 10^{11}$ の接着剤が厚み約4 $\mu\text{m}$ 塗布された場合、塗布していない場合の約80%の変位に抑制される事を示している。

【0031】上記結果により、耐熱温度が高く、製造時にチッピングやマイクロクラックが発生し難く、更に、効率的（接着層の無い時の変位に対して90%以上）に変位を得ようとする、接着剤は、ヤング率の大きいポリイミド系接着剤で接着層厚みは、2 $\mu\text{m}$ 以下にするの

が望ましいことがわかる。

【0032】又、PZTの様な焼結体は結晶粒サイズが2~3 $\mu\text{m}$ と比較的大きいので、この結晶粒がギャップ剤の役目を果たし、接着層厚みを2 $\mu\text{m}$ 以下に制御することが困難な場合がある。この様な時には、導電層形成前にPZT板両面をラップ処理し、凹凸を滑らかにすると効果的である。

30 【0033】又、エポキシ系接着剤は、耐熱温度が低い為、今回の評価からは除外している。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、板状の圧電素子をポリイミド系の接着剤で層状に貼り合わせた積層型圧電素子を、インクジェットヘッドに搭載したことで、マイグレーションの発生しにくい高信頼性の高温駆動安定性に優れた、インクジェット式印字ヘッドが実現出来る。また、接着層の厚みを2 $\mu\text{m}$ 以下とすることにより変位効率の良い圧電素子が可能となり、ヘッドの小型化が図る事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット式印字ヘッドの一実施例の構造を示す断面図。

【図2】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す図。

【図3】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す断面図。

【図4】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す断面図。

【図5】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工

(5)

特開平5-84907

7

8

程を示す断面図。

【図6】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す図。

【図7】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す図。

【図8】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す図。

【図9】本発明のインクジェット式印字ヘッドの製造工程を示す図。

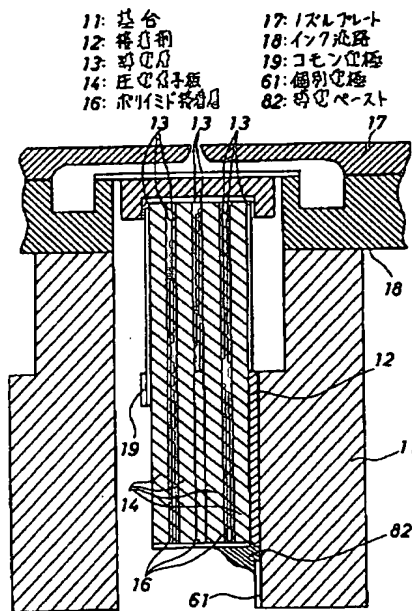
【図10】本発明の積層型圧電素子の試作例を示す断面図。 10

【図11】接着剤のヤング率と厚みが積層型PZTの変位に及ぼす影響を示すグラフ。

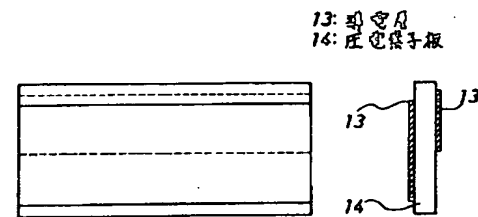
【符号の説明】

- |    |          |
|----|----------|
| 11 | 基台       |
| 12 | 接着剤      |
| 13 | 導電層      |
| 14 | 圧電素子板    |
| 15 | 積層型圧電素子  |
| 16 | ポリイミド接着剤 |
| 17 | ノズルプレート  |
| 18 | インク流路    |

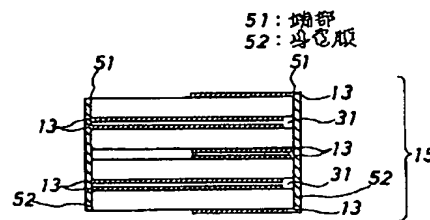
【図1】



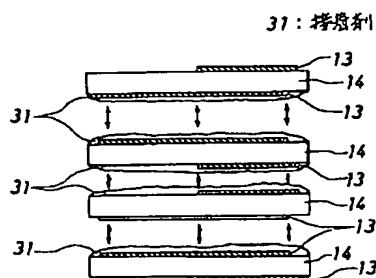
【図2】



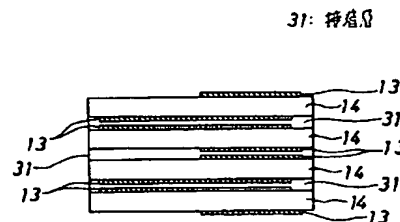
【図5】



【図3】



【図4】



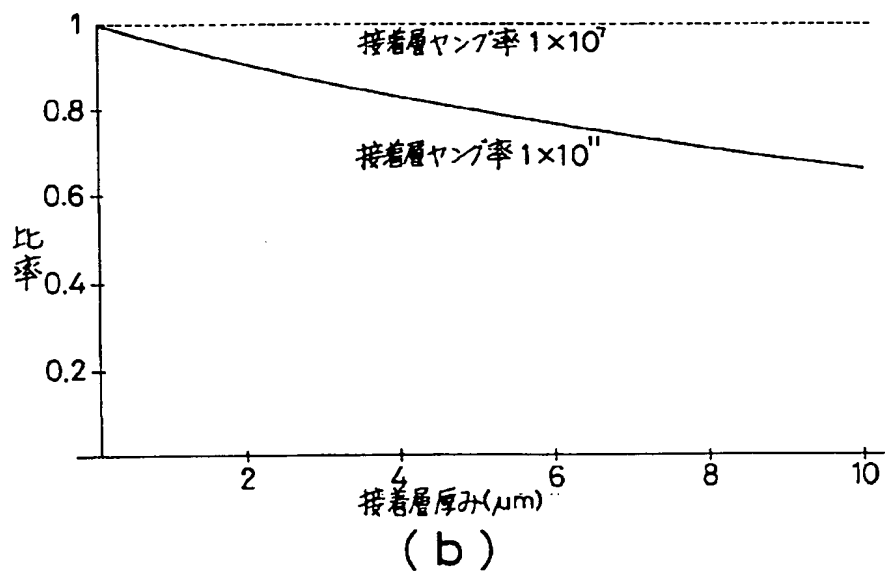
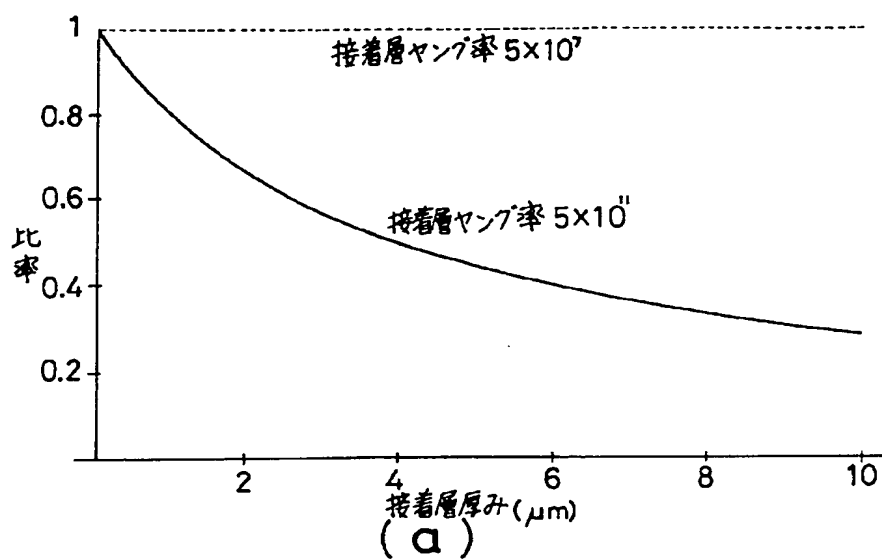
【図 7】



(7)

特開平5-84907

【図11】





# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05084907  
PUBLICATION DATE : 06-04-93

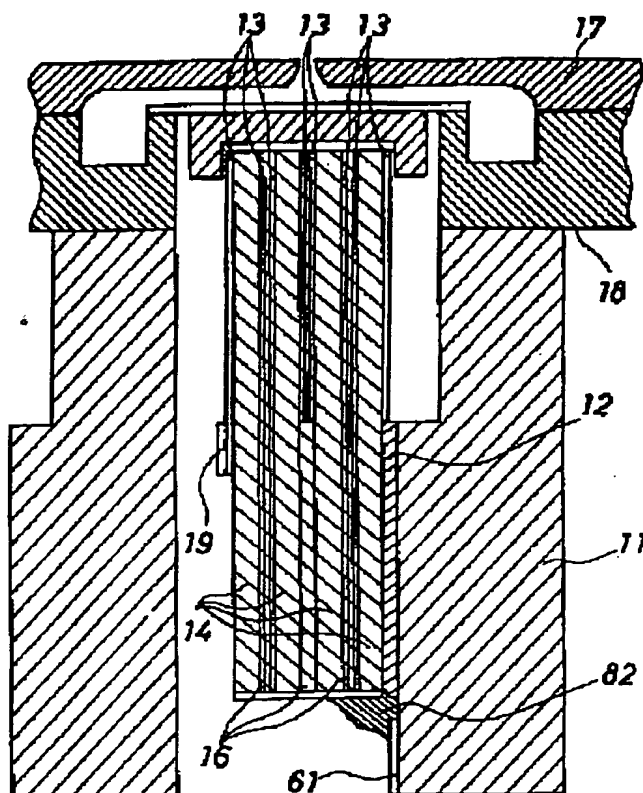
APPLICATION DATE : 26-09-91  
APPLICATION NUMBER : 03247307

APPLICANT : SEIKO EPSON CORP;

INVENTOR : SONEHARA HIDEAKI;

INT.CL. : B41J 2/045 B41J 2/055 H01L 41/09

TITLE : INK JET TYPE PRINTING HEAD



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To realize a miniaturized head which is difficult to generate migration, high in reliability and excellent in driving stability at a high temperature by a method wherein for a piezoelectric element to be mounted on an ink jet head, a plate formed piezoelectric element to which a required conductive layer is formed, is adhered to each other in layers with a polyimide adhesive to be formed into a laminated type PZT of which a bond layer thickness (t) is controlled to 2 $\mu$ m or under.

**CONSTITUTION:** An electrically conductive layer 13 is formed in a required form to a preliminarily sintered piezoelectric element plate 14. A laminated type PZT wherein respective plates 14 are adhered to each other in layers with a polyimide adhesive 16 to 2 $\mu$ m or under in thickness, is fixed to a base stand 11. Thereafter, the laminated type PZT is worked by cutting so as to correspond to an ink discharge opening formed to a nozzle plate 17.

**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio